

# ใบงานที่ 10.1

## วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล



### จุดประสงค์การทดลอง

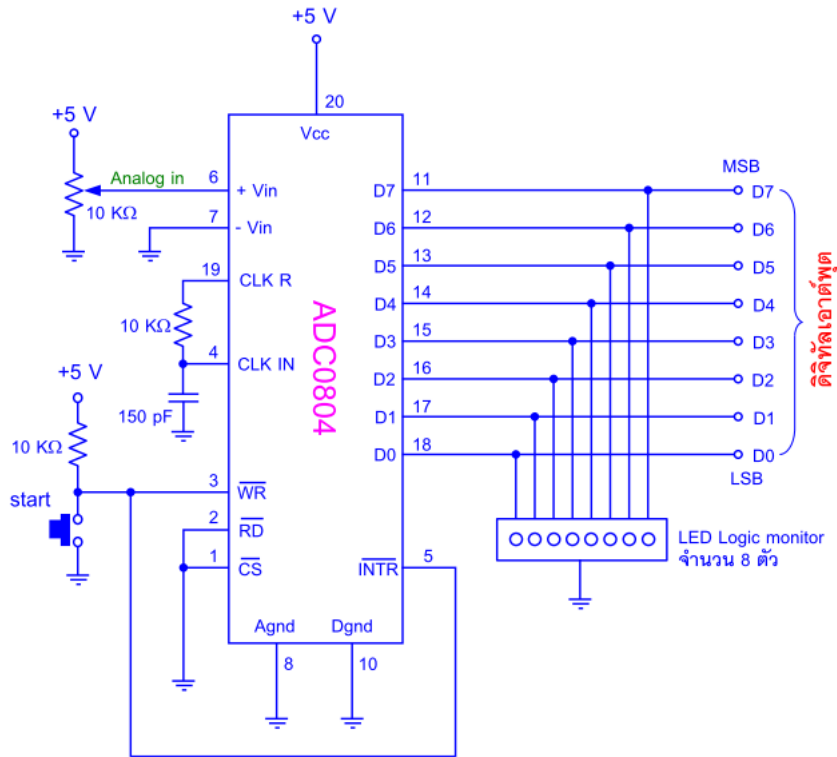
1. ประกอบแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลได้
2. ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดสัญญาณไฟฟ้าในวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลได้
3. วิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับสัญญาณในภาคทฤษฎีได้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                                                                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. ดิจิทัลดีซีโวลต์มิเตอร์                                                            | จำนวน 1 ตัว     |
| 2. ไอซีเบอร์ ADC0804                                                                  | จำนวน 1 ตัว     |
| 3. ตัวต้านทาน 10 k $\Omega$                                                           | จำนวน 2 ตัว     |
| 4. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 k $\Omega$ Type B                                          | จำนวน 1 ตัว     |
| 5. Push button switch                                                                 | จำนวน 1 ตัว     |
| 6. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 V                                                         | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. ลอจิกมอนิเตอร์                                                                     | จำนวน 8 ตัว     |
| 8. แผ่นเบรอนบอร์ดและสายต่อวงจร<br>(หรือสามารถใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลที่มีวงจร ADC0804) | จำนวน 1 ชุด     |

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อกวงจรตามรูปในหน้าต่อไป
2. จ่ายไฟฟ้า 5 V ให้กับวงจร
3. ปรับ VR 10 k $\Omega$  ให้มีค่า Analog ต่ำสุด
4. กดสวิทช์ Start (ใช้สำหรับกรณีที่วงจรภายในไอซี ADC0804 ไม่ทำงาน โดยกดเพียงครั้งเดียว)
5. สังเกตผลที่ลอจิกมอนิเตอร์ว่า LED ของลอจิกมอนิเตอร์ตัวใดสว่างหรือดับ บันทึกผลลงในตารางที่ 1



6. ปรับ VR 10 kΩ เพื่อให้ได้สัญญาณ Analog ตามตารางที่ 1 (ใช้ดิจิทัลโวลต์มิเตอร์วัดที่ขา 6 ของไอซี ADC0804) แล้วทำตามข้อ 5

ตารางที่ 1 ผลการทดลองข้อที่ 5

ที่	แวนะล็อก อินพุต (V)	ดิจิทัลเอาต์พุต (1 : LED สว่าง, 0 : LED ไม่สว่าง)							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.1	0	0	0	0	0	1	0	1
3	0.2	0	0	0	0	1	0	1	0
4	0.3	0	0	0	0	1	1	1	1
5	0.4	0	0	0	1	0	1	0	1
6	0.5	0	0	0	1	1	0	1	0
7	0.6	0	0	0	1	1	1	1	1





# ใบงานที่ 10.2

## วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก



### จุดประสงค์การทดลอง

1. ประกอบแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อกได้
2. ใช้ดีซีไพลต์มิเตอร์วัดสัญญาณไฟฟ้าในวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกได้
3. วิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับสัญญาณในภาคทฤษฎีได้

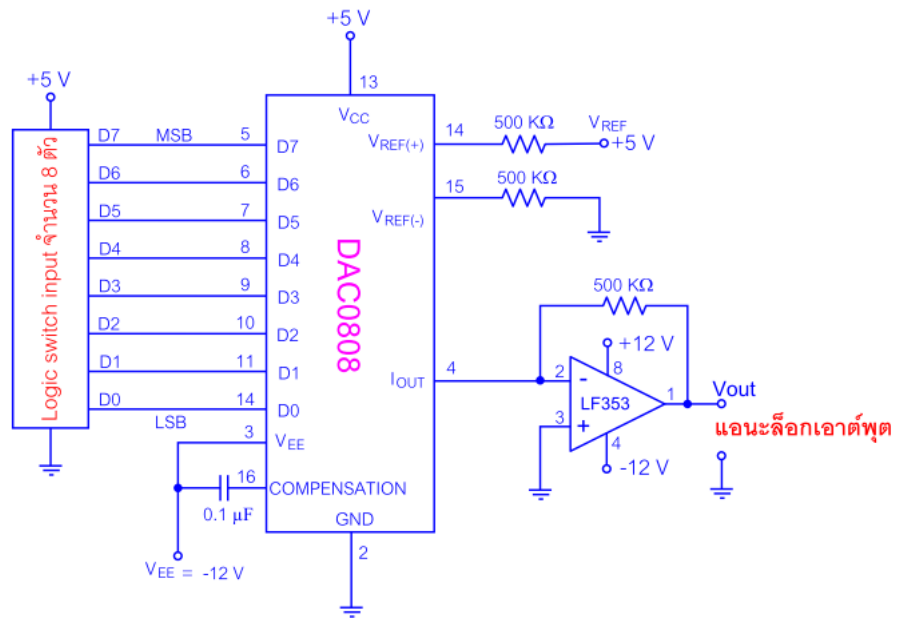
### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                             |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|
| 1. ดิจิทัลดีซีไพลต์มิเตอร์                  | จำนวน 1 ตัว     |
| 2. ไอซีเบอร์ DAC0808                        | จำนวน 1 ตัว     |
| 3. ไอซีเบอร์ออปแอมป์เบอร์ LF353             | จำนวน 1 ตัว     |
| 4. ตัวต้านทาน 500 k $\Omega$                | จำนวน 3 ตัว     |
| 5. ตัวเก็บประจุไฟฟ้า 0.1 $\mu$ F            | จำนวน 1 ตัว     |
| 6. ลอจิกสวิทช์อินพุต                        | จำนวน 8 ตัว     |
| 7. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 V, +12 V, -12 V | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. แผ่นเบรอนบอร์ดและสายต่อวงจร              | จำนวน 1 ชุด     |

(หรือสามารถใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลที่มีวงจร DAC0808)

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อยังตามรูปในหน้าต่อไป
2. จ่ายไฟฟ้าให้กับวงจร
3. ตั้งค่า Logic switch input ให้เป็น 00000000
4. ใช้ดีจิทอลดีซีไพลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่จุดแอนะล็อกเอาต์พุต แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1
5. ตั้งค่า Logic switch input ให้มีค่าตามตารางที่ 1 แล้วทำตามข้อ 4



ตารางที่ 1 ผลการทดลองข้อที่ 4

ที่	ดิจิทัลอินพุต								แอนะล็อกเอาต์พุต (V)
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0.04
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0.08
4	0	0	0	0	0	0	1	1	0.12
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0.16
6	0	0	0	0	1	0	1	0	0.39
7	0	0	0	0	1	0	1	1	0.43
8	0	0	0	0	1	1	1	1	0.58
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0.62
10	0	0	1	0	0	0	0	0	1.25
11	0	0	1	0	1	0	0	0	1.56
12	0	0	1	0	1	1	1	0	1.84









# แบบฝึกหัดหน่วยที่ 10

## วงจรแปลงระหว่างสัญญาณแอนะล็อกกับดิจิทัล



จงอธิบาย/บรรยายหรือออกแบบตามโจทย์ที่กำหนด

1. จงระบุเหตุผลที่จะต้องแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลในระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

**ตอบ** เหตุผลที่จะต้องแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลในระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

1. สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณที่สามารถรบกวนได้ง่าย

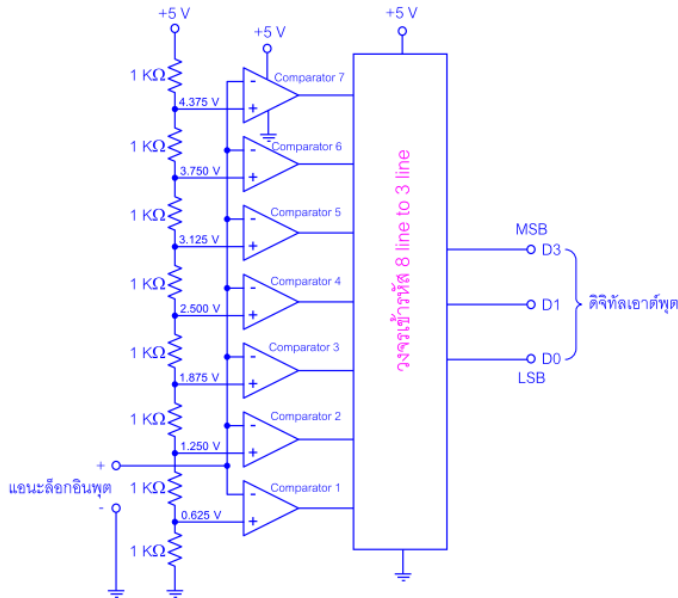
2. การบันทึกสัญญาณแอนะล็อกลงในหน่วยความจำประเภทเทปแม่เหล็ก เมื่อทำการ Playback จะทำให้สัญญาณเกิดการสูญเสีย หรือผิดเพี้ยน โดยเฉพาะเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน ๆ ซึ่งการสูญเสียอาจจะเกิดจากสนามแม่เหล็กโลก สนามแม่เหล็กจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

3. ในปัจจุบันการประมวลผลจะใช้ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทำงานแบบดิจิทัล ดังนั้นหากเป็นสัญญาณดิจิทัลจะประมวลผลได้ประสิทธิภาพมากกว่า

4. การจัดเก็บข้อมูลดิจิทัลจะจัดเก็บง่ายกว่า และข้อมูลไม่สูญหาย

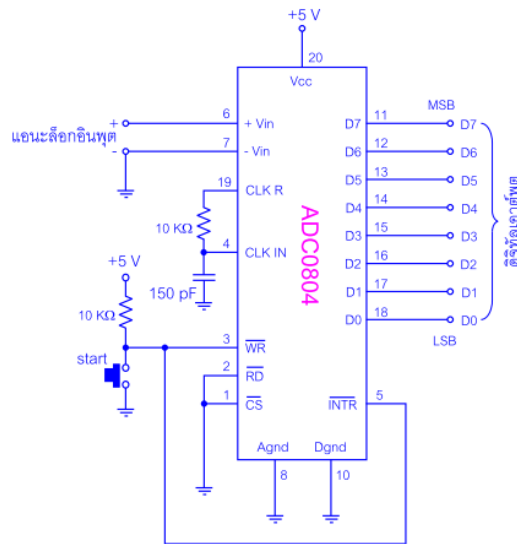
5. การสื่อสารที่ใช้ข้อมูลแบบดิจิทัลจะสื่อสารได้เร็วกว่า และสื่อสารข้อมูลมากกว่าการสื่อสารแบบแอนะล็อกในเวลาเท่ากัน

2. จากวงจรในรูปด้านล่าง จงอธิบายการทำงานของวงจร

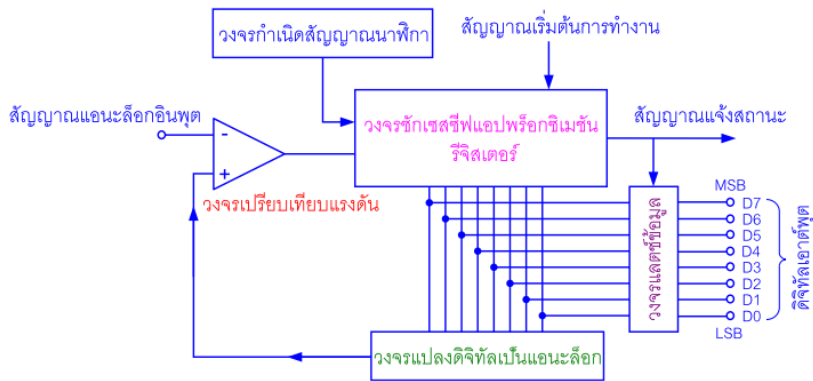


**ตอบ** จากวงจรที่กำหนด เป็นวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล โดยใช้อปแอมป์เป็นวงจรเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างสัญญาณอินพุตกับสัญญาณอ้างอิง หากสัญญาณอินพุตของวงจรเปรียบเทียบ(ที่ขา+) น้อยกว่าสัญญาณอ้างอิง (ที่ขา-) จะทำให้เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบเป็น 0 แต่หากสัญญาณอินพุตของวงจรเปรียบเทียบ(ที่ขา+)มากกว่าสัญญาณอ้างอิง (ที่ขา-) จะทำให้เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบเป็น 1 จากรูปประกอบด้วยวงจรเปรียบเทียบจำนวน 8 ตัว จึงสามารถเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 8 ระดับ เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบทั้ง 8 ตัวจะเป็นอินพุตของวงจรเข้ารหัส 8 Line to 3 line เพื่อเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 3 บิต

### 3. จากวงจรในรูปด้านล่าง จงอธิบายการทำงานของวงจร

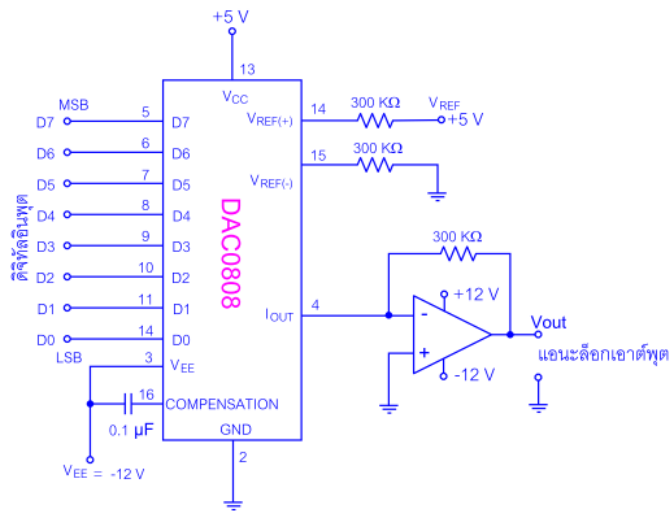


**ตอบ** จากวงจที่กำหนด ไอซีเบอร์ ADC0804 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่มีความละเอียด 8 บิต โครงสร้างภายในเป็นวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบซิกเซสซีฟแอฟพริอากซิเมชันทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกหรือนาฬิกาจากวงจร RC ที่มีความถี่ 1 KHz ถึง 800 KHz กำหนดค่าโดย R และ C ที่ต่อที่ขา 19 และขา 4 ไอซีเบอร์ ADC0804 ความถี่ของวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา  $F = \frac{1.1}{RC}$  เมื่อสัญญาณแอนะล็อกเข้ามาที่อินพุต (ขา 6) วงจรเปรียบเทียบที่อยู่ภายในไอซีจะเปรียบเทียบสัญญาณอินพุตกับสัญญาณที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อก หากสัญญาณอินพุตจากภายนอกมากกว่าสัญญาณภายใน จะทำให้วงจรซิกเซสซีฟแอฟพริอากซิเมชันนับสัญญาณนาฬิกา ส่งข้อมูลออกเป็นสัญญาณดิจิทัลไปที่อินพุตของวงจรแลตซ์ข้อมูล ข้อมูลยังไม่สามารถออกสู่เอาต์พุตได้ แต่หากสัญญาณดิจิทัลมีค่ามากขึ้น วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกจะได้เอาต์พุตค่ามากขึ้นด้วย เมื่อสัญญาณนี้มากกว่าสัญญาณแอนะล็อกจากอินพุต จะทำให้เอาต์พุตของอปแอมป์มีค่าเป็น 0 วงจรซิกเซสซีฟแอฟพริอากซิเมชันจะหยุดนับสัญญาณนาฬิกา และส่งสัญญาณแจ้งสถานะไปที่วงจรแลตซ์ข้อมูลเพื่อส่งสัญญาณดิจิทัลออกสู่เอาต์พุตต่อไป โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ ADC0804 แสดงดังรูปด้านล่าง



4. จากวงจรด้านล่าง จงคำนวณหาค่าสัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุต เมื่อสัญญาณดิจิทัล D7-D0 มีค่าดังนี้

- 4.1 11000101
- 4.2 01110010
- 4.3 10000001
- 4.4 11110000



**ตอบ**

จากสูตร  $V_{out} = V_{REF} \times \left( \frac{D_7}{2} + \frac{D_6}{4} + \frac{D_5}{8} + \frac{D_4}{16} + \frac{D_3}{32} + \frac{D_2}{64} + \frac{D_1}{128} + \frac{D_0}{256} \right)$

และ  $V_{REF} = 5V$

ดังนั้น

- 4.1 ข้อมูลอินพุต = 11000101<sub>2</sub> จะทำให้สัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุต = 3.8476 V
- 4.2 ข้อมูลอินพุต = 01110010<sub>2</sub> จะทำให้สัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุต = 2.2656 V
- 4.3 ข้อมูลอินพุต = 10000001<sub>2</sub> จะทำให้สัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุต = 2.5195 V
- 4.4 ข้อมูลอินพุต = 11110000<sub>2</sub> จะทำให้สัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุต = 4.6875 V

5. จงเขียนวงจรแปลงดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อก โดยใช้ DAC แบบ R-2R แลตเตอร์ ที่รองรับสัญญาณดิจิทัลขนาด 12 บิต

**ตอบ** วงจรแปลงดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อก โดยใช้ DAC แบบ R-2R แลตเตอร์ ที่รองรับสัญญาณดิจิทัลขนาด 12 บิต ดังรูปด้านล่าง

